

ÉTUDES SUR L'INFECTION INTERNE DES CAPSULES VERTES DE COTONNIER ET SUR LES POSSIBILITÉS D'UNE SÉLECTION GÉNÉTIQUE POUR RÉDUIRE L'INCIDENCE DES POURRITURES CAPSULAIRES ⁽¹⁾

par

J. CAUQUIL et C.D. RANNEY ⁽²⁾

PLAN

1. INTRODUCTION.
2. LE POTENTIEL DE POURRITURE INTERNE DES CAPSULES.
3. LES MOYENS DE PÉNÉTRATION DES ORGANISMES DANS LA CAPSULE VERTE.
 - 3-1. *La pathogénicité des différents organismes de pourriture.*
 - 3-2. *Une explication possible de l'infection interne naturelle.*
 - 3-3. *Classification des symptômes.*
 - 3-4. *La pénétration pariétale.*
 - 3-5. *Les blessures causées par les insectes.*
 - 3-6. *La pénétration par les nectaires.*
 - 3-7. *La pénétration pédonculaire.*
4. LES ORGANISMES TROUVÉS À L'INTÉRIEUR DES CAPSULES DE COTONNIERS APPAREMMENT SAINS.
 - 4-1. *Les techniques d'isolement.*
 - 4-2. *Les différents organismes impliqués.*
5. LA POSSIBILITÉ DE LUTTER CONTRE LES POURRITURES DE CAPSULE PAR UNE SÉLECTION GÉNÉTIQUE.
 - 5-1. *Les différences variétales dans les pourritures internes des capsules.*
 - 5-2. *L'effet de la forme de la capsule.*
 - 5-3. *Le problème des nectaires.*
 - 5-4. *La résistance interne.*

1 - INTRODUCTION

Les études sur la lutte contre les pourritures de capsule du cotonnier ont été entreprises sur la « Delta Branch Experiment Station » depuis 1960. Dans tous les traitements, les pertes dues aux pourritures ont atteint un faible niveau (24,31). Dans des études où les fongicides étaient utilisés (information non publiée) et où les conditions du milieu

n'étaient pas favorables au développement des pourritures de capsule, une faible incidence de la pourriture, 3 à 4 %, demeurait encore présente. Les résultats indiquaient que la plus grande partie de ces pourritures à faible incidence se produisaient avant l'ouverture de la capsule (31). Des études ont été entreprises en 1966 pour déterminer la nature et la cause de ce type de développement de pourriture. Les études faisant l'objet du présent exposé ont été conduites au cours de l'automne 1966 à la Delta Branch Experiment Station. En 1966, les dégâts dus à la pourriture de la capsule étaient faibles (2,75 %), considérablement inférieurs à la moyenne enregistrée pendant les dix années précédentes.

2 - LE POTENTIEL DE POURRITURE INTERNE DES CAPSULES

120 capsules vertes, apparemment saines, âgées de 5 à 7 semaines, de la variété Stoneville 7 A, ont été cueillies au hasard, à titre d'échantillon, au début de septembre. Après enlèvement des bractées, ces capsules ont été stérilisées en surface avec du clorox à 1 pour 4, immergées dans une solution de chlorure mercurique à 1 pour 1000 pendant 3 minutes, puis rincées deux fois dans de l'eau distillée stérile. Les capsules ont été placées aseptiquement une par une dans des bocaux à fruits stériles, d'environ 1/4 de litre; le pédoncule a été placé dans l'eau afin d'assurer 100 % d'humidité relative (H.R.) (fig. 1). Après

(1) Ce texte a déjà été publié en anglais par l'Université de l'Etat du MISSISSIPPI; Bulletin Technique 53 - Novembre 1967.

(2) Phytopathologiste, Institut de Recherches du Coton et des Textiles Exotiques, 34, rue des Renaudes, Paris-17^e, France, et « Research Plant Pathologist », Crops Research Division, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, STONEVILLE, Mississippi. Ce travail a été fait au cours du séjour de Jean CAUQUIL à la Delta Branch of the Mississippi Agricultural Experiment Station grâce à une bourse accordée par l'OTAN et l'OCDE.

deux semaines, 20 % de ces capsules présentaient un développement mycélien et 29 % après cinq semaines. Dans la plupart des cas, le point d'origine du développement mycélien se situait à l'apex de la capsule (fig. 2) ou près de l'insertion du pédoncule (aisselle du calice ou nectaires involucreaux). Vingt-huit champignons différents, de nombreuses bactéries et quelques actinomycètes ont été isolés à partir de ces capsules.

Une deuxième étude faite sur des capsules appartenant à la variété Deltapine Smooth Leaf a fourni à peu près les mêmes informations : 21 et 30 % d'infection après deux et cinq semaines. Pour chacune des deux variétés, il n'existait aucune différence entre le taux d'infection chez les jeunes capsules âgées de 3 à 4 semaines provenant de la partie supérieure des cotonniers et celui observé chez les capsules plus âgées, de 5 à 7 semaines, et provenant de la partie inférieure du plant.

Les organismes présents à l'intérieur des capsules vertes apparemment saines constituent ce que nous appelons une « infection interne ». Leur présence représente le potentiel de pourriture interne mais non pas les pertes réellement subies par la plante du fait des pourritures de capsule. En effet, les pertes au champ qui sont attribuables aux pourritures de capsules dépendent des conditions du milieu ; le milieu peut accélérer ou retarder le développement des pourritures primaires chez les capsules infectées et il se peut aussi que dans des conditions très défavorables, il contribue à développer l'infection secondaire chez d'autres capsules (32).

Les éléments exposés ci-après viennent à l'appui de la thèse d'une relation entre le milieu et l'incidence des pourritures.

Le 15 septembre, un examen des capsules vertes provenant d'un champ de cotonniers à très fort développement végétatif, variété Stoneville 7A, près de Shaw, Miss., montrait une infection interne de 7,5 % seulement ; mais les dégâts réels de pourriture atteignaient 52 % sur les capsules inférieures ouvertes (soit 15 à 20 % de la récolte). En même temps, un examen de la même variété cultivée sur la Delta Branch Experiment Station indiquait une infection interne visible de 6,5 %, tandis que les dégâts dus aux pourritures de capsule atteignaient seulement 20 % sur les capsules inférieures ouvertes (20 à 25 % de la récolte). Dans ces deux champs, le potentiel d'infection était à peu près le même mais les conditions existant à Shaw, plus favorables au développement de la pourriture de la capsule, ont augmenté les pertes attribuables aux pourritures primaires et secondaires des capsules.

Bien que l'infection des graines de cotonnier par différents organismes ait été signalée de nombreuses fois, l'infection interne de la capsule avant la déhiscence n'a été notée que rarement (8, 9, 18, 43). Les études faites en 1966 par RONDORI (35) sur la microflore interne des capsules vertes de cotonnier indiquaient aussi que 30 % des capsules étaient infectées intérieurement par différents champignons.

3 - LES MOYENS DE PÉNÉTRATION DES ORGANISMES DANS LA CAPSULE VERTE

Parmi les différents organismes trouvés dans la capsule et généralement considérés comme des éléments du « complexe de pourriture », très peu sont de vrais parasites : *Xanthomonas malvacearum* (E.F. Sm) Dows. (3, 11, 12, 14, 41), *Glomerella gossypii* Edg. seul (5, 8, 9, 11, 14), ou en association avec *X. malvacearum* (41), certainement *Diplodia gossypina* Cke (3, 11) et *Bacillus subtilis* Cohn. (3) sont signalés comme susceptibles de pénétrer directement à travers le péricarpe de la capsule de cotonnier. Dans le Sud-Ouest, le champignon de la rouille *Puccinia stakmanii* Presley pénètre aussi dans le péricarpe des jeunes capsules ou tout au moins l'affecte largement. Les autres organismes du « complexe de pourriture » ne sont pas connus comme étant capables de pénétrer à travers la paroi de la capsule même dans des conditions idéales.

3.1. La pathogénicité des différents organismes de pourriture

Différentes séries d'études *in vitro* sur la pathogénicité de divers organismes ont été faites avec des capsules de la variété Stoneville 7A. Leur bractées enlevées, les capsules ont été désinfectées extérieurement dans une solution de chlorure mercurique à 1 pour 1000 pendant 3 minutes, rincées deux fois à l'eau stérile et placées par groupes de 30 sur une toile métallique reposant sur un grand plateau d'aluminium, 60 x 45 x 5 cm. Les capsules étaient maintenues en place par des bandes de caoutchouc de façon que le pédoncule soit immergé dans l'eau. Le plateau entier était enfermé dans un sac de polyéthylène pour maintenir une humidité relative de 100 %.

Les lots de capsules ont été maintenus pendant 10 à 12 jours à une température variant entre 23°C et 30°C sous un éclairage fluorescent. Une série de 20 à 80 capsules au moins a été utilisée pour chaque mode d'infection et chacun des sept organismes isolés le plus fréquemment à partir des capsules vertes a été utilisé comme inoculum.

Les différentes méthodes d'inoculation employées sont les suivantes :

- 1 - Par contact, au milieu de la valve ;
- 2 - Par contact, sur la suture intercarpellaire ;
- 3 - Par contact, sur l'apex de la capsule ;
- 4 - Par piqûre, inoculation de la capsule.

Les inoculations par contact ont été effectuées en plaçant une petite rondelle (2 mm²) d'agar-mycélium sur un pansement adhésif de 2 cm de diamètre et en plaçant celui-ci dans la position appropriée (fig. 3). Les inoculations par piqûre ont été faites avec le chas d'une aiguille à coudre : l'aiguille a été trempée dans les tubes de culture de façon à remplir le chas d'inoculum. La piqûre atteignait 3 à 4 mm de profondeur et était située à 1 cm de la suture au milieu de la valve. Les capsules sur lesquelles la pourriture

s'était développée à la suite d'une infection interne antérieure n'ont pas été comprises dans ces données. Les résultats des inoculations par contact sont résumés dans le tableau 1; les résultats des inoculations par piqûre figurent au tableau 2.

Les résultats indiquent que, même dans les conditions idéales pour le développement de la pourriture, ces sept champignons n'étaient pas capables de pénétrer de façon nette dans les tissus de la paroi capsulaire. Dans certains cas, on a noté un développement mycélien externe d'*Alternaria tenuis* Auct. et de *Fusarium moniliforme* Sheldon (Snyd. & Hans) sur le péricarpe, mais rarement ces champignons ont été capables de pénétrer dans le tissu de l'endocarpe. Au niveau de l'apex, sur les sept champignons, six ont pénétré dans la capsule en y produisant une pourriture dans 5 à 40 % des cas. Occasionnellement, le développement de *A. tenuis* et *F. moniliforme* s'est produit à travers la suture de la capsule. Une fois introduits dans la capsule, tous les champignons ont déterminé une pourriture totale.

3.2. Une explication possible de l'infection interne naturelle

La plupart des chercheurs expliquent que la pénétration « d'organismes secondaires » à l'intérieur de la capsule s'effectue à travers les blessures causées par des agents pathogènes primaires tels que *X. mal-*

vacearum ou *G. gossypii*. Etant donné que ces agents pathogènes se manifestent peu dans cette région, nous avons recherché une autre explication.

Quelques milliers de capsules vertes apparemment saines appartenant à différentes variétés et provenant de différents endroits ont été ouvertes pour déterminer l'endroit, l'origine et la cause des pourritures internes. Nous avons régulièrement trouvé des plages décolorées dans ces capsules; de 5 à 15 % de celles-là montraient des zones tachées qui ont été considérées comme les points initiaux d'infection. L'isolement par culture en boîtes de Pétri sur eau gélosée et par transfert sur milieu gélosé glucosé à la pomme de terre (P.D.A.) a révélé la présence des mêmes organismes trouvés au cours de la première expérimentation utilisant la technique des bocaux.

Les endroits où l'infection est la plus importante sont :

1) A la partie supérieure de la loge, en relation avec une mauvaise étanchéité du sommet capsulaire ou avec un développement mycélien au travers du bac formé par les extrémités des valves (Pl. IA).

2) Au milieu de la loge où l'infection est associée soit à un cal formé sur le tissu de l'endocarpe, soit à une fente ou à un point de mauvaise étanchéité de la suture capsulaire (Pl. IB et IF).

Tableau 1. — Etudes de la pathogénicité de différents champignons isolés de l'intérieur de capsules apparemment saines.

Champignon	Zone de pénétration (1)	Nb capsules de l'échantillon	Inoculation par contact		
			% d'infection sur :		
			carpelle	suture	apex
<i>Alternaria tenuis</i>	Péricarpe	40	6	25	34
	Loge	40	3	8	15
<i>Fusarium moniliforme</i>	Péricarpe	40	25	24	50
	Loge	40	5	13	40
<i>Fusarium oxysporum</i>	Péricarpe	20	0	0	22
	Loge	20	0	0	10
<i>Fusarium roseum</i>	Péricarpe	20	10	5	29
	Loge	20	0	0	10
<i>Fusarium solani</i>	Péricarpe	20	0	0	16
	Loge	20	0	0	8
<i>Helminthosporium</i> sp.	Péricarpe	20	4	3	14
	Loge	20	0	0	5
<i>Cladosporium herbarum</i> ..	Péricarpe	20	0	0	10
	Loge	20	0	0	0

(1) Péricarpe : dans les tissus du péricarpe, seulement, sans pénétration de l'endocarpe.

Loge : Pénétration du champignon à travers l'endocarpe et atteinte des graines des loges.

3) A la base de la capsule et du réceptacle, associé avec l'aiselle du calice, l'insertion des bractées ou les nectaires (Pl. 2A à 2E);

4) Dans le placenta, produisant souvent une pourriture interne de la graine à travers le funicule et le micropyle. Dans de nombreux cas, pour ce genre d'infection, on a observé la présence de graines avortées. (Pl. 1C et 1D).

Tableau 2. — Evolution de la pourriture interne après l'inoculation d'un champignon dans une loge unique.

Champignon	Nombre de capsules inoculées	Infection %	Loges totalement endommagées %
<i>Alternaria tenuis</i>	80	100	52
<i>Fusarium moniliforme</i> ..	80	100	54
<i>Fusarium oxysporum</i>	80	100	63
<i>Fusarium roseum</i>	40	85	30
<i>Fusarium solani</i>	40	100	33
<i>Helminthosporium</i> sp.	40	100	55
<i>Cladosporium herbarum</i> ..	40	100	39

3.3. Classification des symptômes

Ces différents symptômes peuvent être classés en trois catégories suivant le moyen de pénétration des organismes de pourriture :

- 1) Pénétration pariétale, à travers le péricarpe ou entre les valves.
- 2) Pénétration nectarienne, dans le réceptacle par les bractées ou les nectaires.
- 3) Pénétration pédonculaire, vasculaire ou subcorticale à partir du pédoncule et du placenta.

Les études suivantes expliquent le mécanisme de ces modes de pénétration.

3.4. La pénétration pariétale

Une capsule verte approchant de la maturité est un substrat approprié pour de nombreux organismes. Si les valves ne sont pas étroitement unies et fermées hermétiquement, les organismes peuvent entrer seuls ou aidés par la pluie et la rosée. L'apex de la capsule est la région la plus critique quant à l'entrée des champignons. Souvent, les extrémités des locules présentent différents interstices qui permettent aux champignons et aux bactéries d'entrer. Dans une moindre mesure, ceci s'applique aux sutures de la capsule.

Nous avons constaté que l'étanchéité des capsules est liée à leur forme qui est une caractéristique variétale. Bien que EGGERTON (15) ait mentionné la possibilité d'une infection florale par *G. gossypii* et

que WICKENS ait signalé la même chose pour *X. malvacearum*, nous croyons, d'après nos observations, que l'infection post-florale est de loin plus importante. Dans certains cas, la corolle desséchée reste attachée à l'extrémité de la capsule avec le pistil demeurant entre les extrémités des carpelles et de nombreux champignons peuvent se développer sur ces organes floraux (fig. 4) tels que *Rhizopus stolonifer* (Ehr. ex Fr.) Lind., *A. tenuis*, *Choanephora cucurbitarum* Berk. et Rav. L'examen de capsules dont la corolle est demeurée adhérente montre des traces de développement mycélien sur 75 % des échantillons ; et les études d'isolement ont révélé que 65 % avaient un apex infecté intérieurement, soit par des champignons, soit par des bactéries. On peut en conclure que la forme du sommet capsulaire est importante en ce sens qu'elle permet une pénétration des organismes directement ou avec l'aide de la rosée et de la pluie. Les pourritures internes peuvent se produire en différentes étapes : d'abord le développement mycélien dans la région apicale suivi ensuite par la pénétration dans les loges. Le taux de pourriture interne est aussi augmenté par une mauvaise étanchéité de la capsule. Le 15 septembre, une étude sur 300 capsules vertes de Stoneville 213 prises au hasard montrait que 15 % d'entre elles présentaient un développement mycélien à la jonction des extrémités carpellaires, mais 1,5 % seulement de ces capsules présentaient des signes de pénétration de ces organismes dans les loges. Les dégâts dus aux fissures au niveau des sutures atteignaient 1,2 %, mais 6,5 % de ces capsules étaient atteintes d'une infection interne visible.

Ces observations sont en accord avec celles de MARSH *et al.* (19, 29) et ARNDT (2) qui considéraient l'ouverture prématurée des capsules avant leur maturité comme une cause de pourriture. Cependant, ils attribuaient principalement cette défectuosité aux conditions atmosphériques et non aux caractéristiques de la capsule.

3.5. Les blessures causées par les insectes

En Afrique occidentale et centrale, le rôle joué par les punaises de la capsule dans le développement des pourritures de capsule est bien connu. Plusieurs études ont démontré que ces insectes, principalement *Dysdercus* spp. et *Nezara* sp. introduisent les champignons et les bactéries à l'intérieur de la capsule en se nourrissant (9, 10, 11, 12, 24). Dans le Mississippi, malgré l'absence de ces mêmes punaises, nous avons trouvé que des petites blessures faites par des insectes peuvent permettre à différents organismes de pénétrer à travers les parois de la capsule. Des comptages faits en octobre à la Station de STONEVILLE ont montré que 1,4 à 3,9 % des capsules vertes présentaient ce type de léger dégât d'insecte malgré un programme de lutte intensive contre l'anthronome. Ceci indique que la protection contre les insectes habituels n'est pas efficace contre ce genre de dommage. Au cours de notre travail, deux types de blessures ont été notés :

- 1) Celles causées par les insectes succurs ou punaises qui perforent le péricarpe afin de se nourrir. Apparemment, la plupart n'ont pas un rostre robuste

car ils préfèrent se nourrir (11) là où la paroi de la capsule est mince ou à travers les fissures existant entre les sutures (fig. 5). Ce mode d'alimentation provoque en général un petit cal rond à l'intérieur de l'endocarpe (Pl. 1E et 1F) associé à une tâche de pourriture brunâtre sur la loge.

2) Celles en forme de galerie causées par des larves avortées de *Lepidopterae*. Ceux-ci sont fort nombreux à la fin de la période de végétation. Empoisonnées par les applications d'insecticides, ces chenilles meurent avant d'avoir pu atteindre l'intérieur de la capsule. Fréquemment, le cadavre demeure dans le tissu du péricarpe et peut être, ou non, recouvert par un cal de forme irrégulière.

Ces deux types de blessures sont difficilement décelables sur la surface de la capsule, mais elles « servent de voie d'entrée » aux organismes de pourriture. Des prélèvements faits sur ces cals d'insectes, après une désinfection externe, ont montré qu'ils renfermaient à 90 % des champignons ou des bactéries.

3.6. La pénétration par les nectaires

Trois études différentes utilisant chacune 40 capsules vertes (bractées enlevées et surfaces stérilisées) ont été faites en appliquant la technique du plateau. Il a été procédé à une inoculation avec *A. tenuis* en plaçant une rondelle de 2 mm² d'agar-mycélium sur le réceptacle. Dans deux de ces études, ce dernier était recouvert d'un petit tampon de coton hydrophile humide stérile (fig. 3). Dans la troisième étude, l'inoculum était maintenu en place au moyen d'un pansement adhésif ayant 2 cm de diamètre (fig. 3). Après 12 jours, les proportions de capsules pourries atteignaient respectivement 65, 50 et 70 %. Deux types différents de pourriture ont été notés :

1) Une pourriture qui se développe à travers le réceptacle en montant dans le placenta et provoque une pourriture interne de la capsule ;

2) Une pourriture qui progresse sur le péricarpe, en débutant au point d'insertion des sépales (aisselle du calice) et de là s'achemine vers l'extérieur pour déterminer ensuite une pourriture interne.

Des coupes faites dans la base de la capsule ont montré dans certains cas des traces caractéristiques de développement mycélien à travers les nectaires involucraux externes (37) jusqu'aux loges (Pl. IIA). Dans quelques cas, les mêmes symptômes ont été observés pour les nectaires involucraux internes (Pl. IIB).

Une technique d'infection plus précise a été mise au point afin de déterminer le rôle exact joué par les nectaires et l'aisselle du calice. Une étude sur 50 capsules vertes (bractées enlevées et surface stérilisée) a été faite pour chacune des trois catégories suivantes en appliquant la technique du plateau :

1) Stoneville 7A, capsules normales ;

2) Stoneville 7A, capsules normales complètement enrobées de paraffine sauf les nectaires involucraux externes ;

3) Stoneville 7A, capsules sans nectaires résultant d'un deuxième back-cross.

Les inoculations ont été pratiquées au moyen d'*A. tenuis* en utilisant de petits pansements adhésifs (fig. 3). Après 15 jours, les taux d'infection atteignaient respectivement 88, 76 et 3 %. Ceci illustre l'importance des trois nectaires involucraux externes : cependant, ils ne constituent pas les seuls moyens de pénétration des champignons, étant donné que les nectaires involucraux internes sont aussi impliqués. Une autre étude a été menée sur 50 capsules, bractées enlevées et surface stérilisée ; ces capsules ont été entièrement enrobées de paraffine sauf sur un cercle de 2 à 3 mm de large au niveau de l'aisselle du calice (calice enlevé) et l'inoculation a été pratiquée suivant la même technique. 15 jours plus tard, 54 % de ces capsules présentaient une pourriture interne de la capsule. Au cours d'une autre étude utilisant la technique du plateau, *A. tenuis* a été inoculé à 40 capsules en plaçant une rondelle de 2 mm² d'agar-mycélium dans le creux de l'aisselle entre le calice et la capsule. Après 10 jours, ces capsules étaient infectées intérieurement dans la proportion de 35 %.

Nous proposons comme explication du type de pénétration mentionné ci-dessus, que les restes du nectaire floral (39) demeurés sur la face interne du calice peuvent faciliter l'entrée des organismes de pourriture. Des prélèvements faits sur 100 capsules prises au hasard ont montré que 80 % avaient des organismes présents dans l'aisselle du calice. Onze champignons différents et de nombreuses bactéries ont été isolés à partir de prélèvements. D'autres études ont aussi démontré que *F. moniliforme* et *F. oxysporum* (Schlecht) Synd. et Hans. pouvaient pénétrer par les nectaires involucraux dans la proportion de 58 et 40 % respectivement.

Nos résultats démontrent que les organismes peuvent passer dans les nectaires et entrer ainsi dans la capsule verte. Ces constatations ne sont pas en accord avec celles de MARSH *et al.* (20) qui n'ont trouvé aucune preuve de développement de champignons dans les nectaires. Cependant, BALK a signalé qu'au champ, le pourcentage de pourriture était plus élevé chez les capsules présentant des nectaires noirs.

3.7. La pénétration pédonculaire

Les prélèvements faits à la base du placenta de 100 capsules vertes récoltées au hasard ont indiqué 21 % d'infection : 10 champignons différents et quelques bactéries ont été dénombrés. Les mêmes espèces de champignons ont été trouvées dans des pédoncules et des tissus de tiges apparemment sains. 100 fragments de pédoncules pris au hasard, mis en boîtes de Pétri après désinfection, ont montré 98 % d'infection et ont fourni 16 organismes appartenant au complexe des pourritures de capsule. On sait que certains de ces champignons, *Ascochyta* spp. et *Macrophomina* spp., sont capables de produire des petits chancres sur les tissus corticaux. Il se peut que ceci permette leur pénétration jusqu'aux tissus internes de la capsule. Des tentatives d'isolement à

partir de sections de tiges de cotonniers, fortement désinfectées et mises en chambre humide aseptique à 100 % H.R. et 23°C à 30°C, ont révélé la présence de développements mycéliens. Cette étude a été conduite à la fois sur des fragments de tiges décortiquées et non décortiquées. Les champignons isolés à partir de ces morceaux de tiges étaient essentiellement les mêmes que ceux isolés à partir des capsules vertes. Ceci suggère une migration interne de ces organismes vers les capsules vertes à travers la tige et le pédoncule, soit par le système vasculaire soit par croissance mycélienne sub-corticale.

Une inoculation artificielle d'*A. tenuis* sur le pédoncule a démontré que la pénétration dans la capsule peut s'effectuer à travers le pédoncule. Des capsules vertes ayant un pédoncule de 3 à 7 cm de long ont été inoculées en déposant le mycelium dans les tissus internes au moyen d'une aiguille. La technique du plateau a été appliquée à cette étude et, après deux semaines d'incubation, 10 % des capsules présentaient une pourriture interne. WICKERS (43) a signalé une infection vasculaire due à *X. malvacearum* et SCHMITZ (37) a rapporté une pourriture interne des capsules causée par *X. malvacearum*. CAUQUIL a décrit l'infection interne de la tige et de la capsule par *G. gossypii* et a suggéré une infection vasculaire. Plus tard, LEAKEY et PERRY (18) notaient qu'une infection latente des capsules saines par ce même champignon était activée dans des conditions défavorables. RUDOLPH et HARRISON (36) notaient une infection latente des graines de semence par différents *Fusarium* qui atteindraient les graines dans la capsule par le système vasculaire. Dans de nombreux cas, nous avons observé des graines avortées dans les capsules vertes ouvertes au cours de ces études (Pl. ID). De telles graines avortées ont été trouvées dans 6 à 15 % des capsules vertes. Les graines avortées sont aisément localisées grâce à leur couleur brune ou vert foncé. Les isollements montraient que toutes les graines étaient infectées par *A. tenuis*, quelquefois en association avec d'autres champignons. Ces résultats nous amènent à croire que l'infection vasculaire, passant par le placenta et le funicule, en est l'origine, sans savoir si celle-ci est la cause ou la conséquence de cet avortement. Tous les différents moyens de pénétration de la capsule sont illustrés dans la fig. 6.

4 - LES ORGANISMES TROUVÉS À L'INTÉRIEUR DES CAPSULES DE COTONNIER APPAREMMENT SAINES

Des capsules vertes et des tiges apparemment saines cueillies dans un champ de cotonnier Stoneville 7A de septembre et novembre 1966 ont été utilisées dans toutes ces études.

4.1. Les techniques d'isolement

Les isollements ont été faits à partir de 100 capsules cueillies au hasard. La plupart ont été stérilisées en surface par un bain dans du chlorure mercurique à 1 pour mille pendant 3 minutes, puis rincées deux fois à l'eau stérile. Les isollements ont été effectués à partir des parties suivantes de la capsule.

1) Apex, 3 à 5 mm de l'extrémité supérieure du fruit (fig. 7).

2) Base du placenta; un prélèvement de 5 mm de diamètre, 2 mm d'épaisseur a été fait aseptiquement à la base de la capsule, juste en dessous du réceptacle (fig. 8).

3) Tronçon du pédoncule; une section de pédoncule de 10 mm a été enlevée juste en dessous du point d'insertion des bractées (fig. 1).

4) Cals d'insecte; un bloc du carpelle entier contenant un cal sur les tissus de l'endocarpe (Pl. IF).

5) Graines pourries, de dimension normale, et des graines avortées ont été mises en boîtes de Pétri sans être stérilisées (Pl. ID).

6) La microflore de l'aisselle du calice a été obtenue par grattage des tissus avec une aiguille stérile et ensemencement direct sur eau gélosée.

Tous ces prélèvements ont été mis en boîtes de Pétri sur de l'eau gélosée et après deux à trois jours d'incubation toutes les colonies observées ont été repiquées dans des tubes contenant un milieu à base de P.D.A. Deux techniques ont été employées pour déterminer ces champignons: soit en tube de culture sur milieu P.D.A., soit sur capsule conservée en chambre humide pendant 2 à 3 mois pour obtenir une meilleure sporulation des organismes.

La flore des tiges a été déterminée après désinfection des fragments avec du clorox à 1 pour 4 pendant 3 minutes, rinçage et immersion dans du chlorure mercurique à 1 pour 1000 pendant 3 minutes, suivi de deux rinçages à l'eau stérile. Les tronçons de tige (5 à 8 cm de long) ont été placés aseptiquement dans des Erlenmeyers stériles (250 ml) contenant 2 cm de sable humide afin de maintenir 100 % H.R. (fig. 9). Dans une autre étude, les tiges ont été décortiquées aseptiquement après stérilisation superficielle. Le développement mycélien sur ces morceaux de tige a été lent et a permis soit le repiquage en tubes de culture soit l'examen direct après fructification des champignons.

4.2. Les différents organismes impliqués

Les champignons ont été identifiés quant aux genres dans tous les cas et quant aux espèces dans la plupart des cas. La classification des *Fusarium* a été faite suivant le concept de SNYDER et HANSEN (38). Jusqu'à présent, nous n'avons pas identifié les bactéries ni les actinomycètes isolés au cours de cette étude. Nous avons fait des inoculations artificielles sur des feuilles de cotonnier sensibles afin de tester *X. malvacearum*. Aucune des bactéries n'a produit les symptômes typiques de la Bactériose.

Le tableau 3 résume la fréquence d'infection par champignons et autres organismes se produisant au niveau des différents endroits d'isolement. Le tableau 4 résume la localisation et la fréquence relative des champignons isolés au cours de ces études. Qualitativement, les espèces de champignons isolées au cours de ces travaux sont très voisines de celles énumérées par RONCATORI comme existantes en Géorgie (35).

Tableau 3. — *Isolements de micro-organismes à l'intérieur de différentes parties du cotonnier. 100 échantillons, au moins, sont étudiés dans chaque cas.*

Région où fut effectué l'isolement	% d'échantillons infectés	Champignons		Autres organismes (2)	
		%	Nombre d'espèces différentes	%	Nombre d'espèces différentes
Capsules :					
Apex	65	79	20	21	5
Aisselle du calice	80	78	11	22	4
Base du placenta	21	89	10	11	2
Pédoncule	98	90	16	10	5
Tige :					
Avec écorce	100	88	15	12	5
Sans écorce	100	90	11	10	4
Piqûres d'insectes :					
Carpelles avec cals	90	74	10	26	7
Graines avortées ou pourries	100	75	15	25	4
Capsule entière, technique des bocaux (2) .	29	84	28	16	5

(1) De nombreuses bactéries et plusieurs actinomycètes furent isolés mais non identifiés.
 (2) 408 capsules, 2 variétés.

Les éléments d'information présentés dans ces tableaux nous amènent à formuler les remarques suivantes :

1) Tous les champignons signalés comme étant impliqués dans le complexe de pourriture des capsules par des chercheurs précédents (1) sont présents dans les capsules vertes infectées intérieurement.

2) Celui qui est le plus important et se trouve partout est *A. tenuis*, suivi de *Fusarium* spp. et *Aspergillus* spp.

3) Certains champignons considérés comme des « envahisseurs de la tige et de la racine » plutôt que comme des « hôtes de la capsule » sont présents dans les capsules vertes. Leur rôle dans ce complexe n'est pas exactement connu ; mais étant donné que ce sont de forts parasites, ils peuvent endommager la capsule malgré leur faible fréquence ; *Ascochyta gossypii* Woron., *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr., *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. Leur origine et leur présence à la fois dans la tige et dans la capsule suggèrent que ce sont les tissus vasculaires qui ont servi de voie de pénétration jusqu'au fruit.

4) *G. gossypii* est souvent signalé comme agent important de la pourriture des capsules (5, 14, 15, 24, 33, 40, 41) ; nous ne l'avons trouvé que deux fois dans presque 4 000 isolements.

5) *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers, désigné par PINCKARD (27, 28) comme la cause principale de la pourriture de la capsule en Louisiane, n'a été

trouvé qu'une fois dans la tige au cours de notre étude et jamais dans les capsules vertes.

6) En ce qui concerne les bactéries, nous avons isolé des colonies à partir de tous les endroits ayant fait l'objet de prélèvements. Nous ignorons leur rôle dans le complexe des pourritures ; mais elles sont présentes et constituent 10 à 26 % des isolements.

En conclusion, il convient de souligner l'importance de *A. tenuis*. Ce champignon a été trouvé dans tous les points d'isolement et représente la fréquence la plus élevée dans chaque cas. Nous pensons qu'il est non seulement réparti à travers le système vasculaire, mais aussi qu'il peut pénétrer dans la capsule par n'importe laquelle des différentes voies décrites. Souvent désigné sous le nom de saprophyte, il est présent sous forme « d'infection latente » dans la graine, et dans les fontes de semis ; il se manifeste aussi sous la forme de taches foliaires dans la tige, le pédoncule et la capsule. Néanmoins, une fois introduit dans la capsule, il peut y provoquer une pourriture complète. Les inoculations artificielles ont démontré que différentes lignées isolées à partir de différents organes, à savoir graine, tige, feuilles et capsule tout en présentant quelquefois des diversités mycéliennes mineures au point de vue couleur ou développement montrent une agressivité comparable dans la destruction de la capsule.

Entre 1938 et 1941, MILLER (24) signalait que dans le Mississippi, *Alternaria* spp., dans le classement des champignons par ordre d'importance, occupait la quatrième place à la suite de *G. gossypii*, *F. monili-*

forme et *Fusarium* spp. RAY déclarait : « En raison de la fréquence avec laquelle il se manifeste et de la rapidité avec laquelle il provoque la pourriture, *Alternaria* peut être considéré comme la cause principale de la pourriture des capsules en Oklahoma. Il en est

ainsi en dépit du fait qu'*Alternaria* n'est pas un envahisseur primaire mais plutôt un envahisseur secondaire ». RONCATORI (35) indiquait que dans les isollements à partir de capsules vertes en Géorgie, *Alternaria* était prédominant.

Tableau 4. — Fréquence relative des champignons isolés à différents endroits du cotonnier (1).

Champignon	Endroits d'isolement								
	Capsules					Tiges, pédoncules			
	Apex	Cal produit par insecte	Aisselle du calice	Graines avortées et endommagées	Base du placenta	Pédoncule	Tige		Capsule entière, techniq. des bœaux
							avec écorce	sans écorce	
<i>Alternaria tenuis</i> Auct.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
<i>Ascochyta gossypii</i> Woron.	—	—	—	—	+	++	+	—	+
<i>Aspergillus flavus</i> Lk. ex Fr.	+	+++	+	+	—	+	—	—	++
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) Wint.	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Aspergillus niger</i> v. Tiegh.	+	+	+	+	—	+	—	+	+
<i>Aspergillus</i> spp.	+	++	+	—	—	—	—	—	+
<i>Cercospora gossypina</i> Cke.	—	—	—	—	+	+	—	—	+
<i>Chaetomium globosum</i> G. Kunze ex Fr. ..	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Choanephora cucurbitarum</i> Berk. et Rav.	+	—	—	+	—	—	+	—	+
<i>Cladosporium herbarum</i> Pers. ex Fr.	+	—	—	++	—	—	—	—	++
<i>Cunninghamella elegans</i> Lendner	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Curvularia</i> spp.	++	—	—	—	+	+	+	—	+
<i>Diplodia gossypina</i> Cke.	++	—	+	+	+	++	+	++	+
<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon Snyder et Hans.	+	+	++	+	+	+	+	+	++
<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlecht.) Snyder et Hans.	+	—	+	++	++	+	++	++	++
<i>Fusarium roseum</i> Lk. Snyder et Hans.	+	—	+	+	—	—	—	—	+
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Appel et Wr., Snyder et Hans.	+	+	++	+	+	+	++	+	+
<i>Fusarium</i> spp.	+	+	+	+	—	—	+	—	+
<i>Glomerella</i> sp.	+	—	—	—	—	—	+	+	+
<i>Glomerella gossypii</i> Edg.	+	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Helminthosporium</i> sp.	—	—	—	++	+	++	+	—	++
<i>Macrophomina phaseoli</i> (Maulb.) Ashby ..	—	—	—	—	—	+	—	++	+
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk.) et Br.) Petch ..	+	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Penicillium</i> spp.	+	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pestalotia</i> sp.	—	—	—	+	—	—	—	—	—
<i>Phoma</i> spp.	+	—	—	+	+	—	+	—	+
<i>Phytophthora</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuehn	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pellicularia filamentosa</i> (Pat) Rogers	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehr. ex Fr.) Lind ..	+	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Sclerotium rothsii</i> Sacc.	—	—	—	—	—	+	—	++	+
<i>Thielaviopsis basicola</i> (Berk.) et Br.) Ferr.	—	—	—	—	—	+	+++	+	+
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Trichothecium roseum</i> Lk. ex Fr.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke et Berth.	—	—	+	—	—	+	—	+++	+
Total par endroit	20	10	11	15	10	16	15	11	28

(1) La fréquence relative est notée comme suit : — : absent ; + présent chez moins de 5 % ; ++ présent chez 6 à 25 % ; +++ présent chez plus de 25 %.

5 - LA POSSIBILITÉ DE LUTTER CONTRE LES POURRITURES DE CAPSULES PAR UNE SÉLECTION GÉNÉTIQUE

Etant donné que les dégâts causés à la capsule par les vrais parasites *X. malvacearum* et *G. gossypii* sont virtuellement inexistant dans cette région, la première mesure à prendre dans un programme d'amélioration par sélection en vue de réduire la pourriture de la capsule serait de restreindre l'entrée ou la pénétration des organismes qui provoquent l'infection interne. Nous nous sommes aperçus qu'une corrélation peut être établie entre la pénétration et certains caractères morphologiques de la capsule. Nous croyons que certaines modifications génétiques peuvent réduire la pourriture de la capsule.

5.1. Les différences variétales dans les pourritures internes des capsules

Pour évaluer les différences dans l'infection interne des capsules en fonction de la variété, les comptages doivent être faits sur les capsules vertes et non sur les pourritures réelles. Il y a une relation étroite entre le taux d'infection interne des capsules saines et vertes et les caractéristiques variétales alors que le taux de pourriture des capsules au moment de la récolte est une interaction complexe des facteurs génétiques avec le milieu, les conditions atmosphériques, les méthodes de culture et l'application de défoliants ou de fongicides (30, 31, 32, 33).

Les observations sur sept variétés dans le Test Variétal Régional à STONEVILLE, portant sur 500 capsules de chaque répétition, montrent de nettes différences dans les moyens de pénétration et dans l'importance des pourritures internes (tabl. 5.)

5.2. L'effet de la forme de la capsule

La pénétration pariétale des organismes est la plus importante et est strictement liée à la morphologie

de la capsule. La forme de la capsule détermine l'imperméabilité qui exerce une influence à la fois sur la pénétration des organismes grâce à la pluie ou à la rosée et sur le développement des agents entrant dans la capsule par d'autres moyens. L'importance de la forme du fruit a été reconnue dans la sélection de plantes horticoles. Récemment, un article publié par DIMPSEY et COCHRAN (13) démontrait la relation existant entre la forme des fruits des piments et l'existence de moisissures internes. Une étude faite sur 14 variétés prouvait que les fruits arrondis étaient davantage atteints par l'infection interne que les fruits pointus. Dans la capsule de cotonnier, l'apex ou la pointe est le facteur le plus important parce que lorsque les extrémités apicales ne sont pas réunies, il y a davantage de chances que des infiltrations et l'infection post-florale se produisent. Les comptages montraient que Deltapine 15 A et Paymaster 54 B présentaient le plus d'infiltrations au niveau de l'apex. Ces capsules se caractérisent par un apex en forme de bec, souvent mal fermé (fig. 10). Par contre, celles d'Acala 1517 D et de Rex Smooth Leaf, terminées par un cône allongé, présentaient le taux le plus faible de pénétration au sommet (fig. 10). Une suture imperméable est généralement moins importante; mais quand les capsules sont trop rebondies, il existe souvent une fente entre les loges à la partie la plus saillante. La forme à rechercher est une forme faiblement ogivale ou conique, sans renflement ni bec aux extrémités.

Il existe une corrélation entre les piqûres faites par des petites punaises et une fermeture défectueuse de la suture. Rex Smooth Leaf et Dixie King II, qui présentent l'incidence la plus élevée de dégâts dus aux insectes, ont aussi une proportion plus élevée de pénétration de micro-organismes attribuables essentiellement aux fentes ou fissures existant dans la suture (fig. 10).

Les travaux de sélection en vue d'obtenir une capsule imperméable pourraient être effectués facilement en utilisant la technique de coloration (11) pour établir la comparaison (Pl. 2F). Le tableau 6 résume les différences notées au cours de nos études et montre la valeur du type de capsule Stoneville 7 A (fig. 10).

Tableau 5. — Différences variétales quant aux endroits initiaux d'infection dans les pourritures de capsules.

Variété	Moyen de pénétration					
	Pariétale		Insecte	Nectarien	Pédicellaire	Total
	Total	% Apicale				
	%	%	%	%	%	%
Acala 1517 D	2,8	19	1,4	1,0	1,4	6,6
Deltapine 15 A	3,5	62	1,6	1,3	1,9	8,3
Deltapine Smooth Leaf	2,2	86	2,2	0,9	1,6	6,9
Dixie King II	3,9	45	3,2	0,4	1,1	8,6
Paymaster 54 B	3,0	71	1,7	2,6	1,3	9,0
Rex Smooth Leaf	3,2	11	3,9	1,1	3,2	11,4
Stoneville 7 A	2,1	43	1,5	1,2	1,5	6,3

Tableau 6. — Différences variétales dans l'étanchéité des capsules.

Variété (1)	% de fissures		
	Apex	Suture	Total
Acala 442	6.7	2.5	9.2
Dixie King II	9.4	1.7	11.1
Deltapine Smooth Leaf	9.1	1.7	10.8
Stoneville 7A	2.7	0.1	2.8

(1) Moyenne de 300 capsules par variété.

5.3. Le problème des nectaires

La pénétration par les nectaires pourrait être éliminée en utilisant les variétés sans nectaire. MEYER et MEYER (22) ont mis au point les lignées utilisées pour nos études, qui ont deux gènes récessifs pour le caractère sans nectaire, provenant de *Gossypium tomentosum* Nuttall. Notre essai d'inoculation artificielle a démontré l'intérêt que présente le caractère sans nectaire pour réduire la pénétration. Au champ, l'incidence la plus forte de pourriture provenant des nectaires a été observée dans la variété Paymaster 54 B, qui a de très gros nectaires involucraux externes. Ces observations coïncident avec les découvertes de BALK (4) au sujet du rapport existant entre la capsule verte présentant des nectaires noircis et un taux de pourriture plus élevé à un stade ultérieur.

L'aisselle du calice, ainsi que nous l'avons montré, pourrait aussi constituer une voie de pénétration pour les organismes de pourriture de la capsule. Dans les souches sans nectaires, le nectaire floral n'est pas éliminé. Il est possible qu'une variété ayant un calice caduque ou recourbé puisse présenter de l'intérêt à cet égard. En tout cas, l'utilisation du caractère « bractées frego » pourrait contribuer à restreindre le développement des organismes dans cette région critique de la capsule.

5.4. La résistance interne

Les sélectionneurs ont mis au point avec succès des variétés de cotonnier résistantes à *X. malvacearum*, y compris aux dégâts de pourriture des capsules (6). Il faut signaler que la tentative faite en vue de sélectionner des variétés résistantes aux pourritures de capsules dues à l'anthracnose a rencontré moins de succès (16). Cependant, nous croyons qu'on pourrait rechercher avec profit des variétés présentant une tolérance au plus ubiquiste des organismes de pourriture des capsules, *A. tenuis*. Ceci est peut-être possible étant donné que MILLER (23) a noté une différence dans le comportement des variétés devant les taches foliaires causées par cet organisme.

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a bénéficié d'une aide partielle accordée à la Mississippi Agricultural Experiment Station par la « Fondation for Cotton Research and Education », National Cotton Council of America.

RÉSUMÉ

Après avoir défini le potentiel de pourriture interne des capsules et avoir isolé les différents micro-organismes présents, les auteurs étudient les moyens de pénétration dans la capsule par ces micro-organismes et la possibilité de lutter contre ces pourritures par une sélection génétique.

La pénétration à l'intérieur de la capsule peut être : pariétale, par les solutions de continuité dans les sutures inter-carpellaires ou à la suite des blessures causées par les insectes ; nectarienne, les champignons empruntant le canal des nectaires pour pénétrer dans la capsule verte ; pédonculaire, les micro-organismes atteignant les capsules vertes soit par le système vasculaire, soit par croissance sub-corticale.

Alternaria tenuis surtout, puis *Fusarium* spp. et *Aspergillus* spp. sont les champignons les plus importants que l'on retrouve partout.

Il y a une relation étroite entre le taux d'infection interne des capsules saines et vertes et les caractéristiques variétales sur lesquelles peut se baser la sélection : forme de la capsule, la forme ogivale ou conique sans renflement ni bec serait la meilleure ; nectaires, leur absence coïncide avec une réduction des pourritures internes ; résistance interne.

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme, 1960. — Index of plant diseases in the United States. *Agr. Handbook* No. 165. USDA.
2. ARNETT C.H., 1949. — Boll rot of cotton in South Carolina in 1949. *Plt Dis. Rep.*, 34, 176.
3. BAGGA H.S. et C.D. RANNEY, 1967. — Cotton boll rot studies. I. *In vitro* pathogenicity studies on organisms involved in the boll rot complex. (*Abstr.*) *Proc. 27th Cott. Dis. Council*, Dallas, Texas, 50-51.
4. BALK W.A., 1953. — Cause of non-fluffed locks in cotton and their control on yield, quality, mechanical harvesting and ginning. *Ann. Rep.*, 1953. Project S.C. 393.
5. BARRE H.W., 1939. — Cotton anthracnose investigations. *S.C. Agr. Exp. Sta. Rep.*, 22, 89-118.
6. BRINKERHOFF L.A., 1963. — Variability of *Xanthomonas malvacearum*, the cotton bacterial blight pathogen. *Okla. Agr. Exp. Sta., Techn. Bull.* T. 98.
7. BRYAN M.E., 1932. — An atypical lesion on cotton leaves caused by *Bacterium malvacearum*. *Phytopath.*, 22, 263-264.
8. CAUQUIL J., 1960. — L'anthracnose en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. trop.*, 15, 397-404.
9. CAUQUIL J., 1960. — L'anthracnose du cotonnier en Côte d'Ivoire. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 9, 199-206.

10. CAUQUIL J., 1963. — Premières observations sur les pourritures de capsules en République Centrafricaine. *Cot. Fib. trop.*, 18, 243-250.
11. CAUQUIL J. et P. MILDNER, 1965. — Première étude sur le comportement variétal du cotonnier en présence des pourritures de capsules. *Cot. Fib. trop.*, 20, 539-548.
12. CAUQUIL J. et C.D. RANNEY, 1967. — Studies on internal infection of green bolls and the possibility of genetic selection to reduce the incidence of boll rot. (Abstr.) *Proc. 27th Cott. Dis. Counc.*, Dallas, Texas, 55-56.
13. DEMPSEY A.H. et H.L. COCHRAN, 1965. — Effect of fruit shape on the occurrence of internal mold in cannery pimientos. *Plt Dis. Rep.*, 49, 157-158.
14. EDGERTON C.W., 1912. — The rots of the cotton boll. *La. Agr. Exp. Sta., Bull.* 137.
15. EDGERTON C.W., 1912. — Flower infection with cotton boll rots. *Phytopath.*, 2, 23-27.
16. EDGERTON C.W. et C.C. MORELAND, 1916. — Experiments on varietal resistance to the bean and cotton anthracnose diseases. *Agr. Exp. Sta. La., Bull.* 135, 12, 2 A.
17. GREEN J.M., 1955. — Frego bract marker in upland cotton. *J. Heredity*, 46, 83.
18. LEAKER C.L.A. et D.A. PERRY, 1966. — The relation between damage caused by insect pests and boll rot associated with *Glomerella cingulata* on upland cotton Uganda. *Ann. appl. Biol.*, 57, 337-344.
19. MARSH P.G., L.R. GUTHRIE, K. BOLLENBACHER et D.C. HARRELL, 1950. — Observations on microbiological deterioration of cotton fiber during the period of boll opening in 1949. *Plt Dis. Rep.*, 34, 165-175.
20. MARSH P.G., M.E. SIMPSON, B.M. WADDLE et D.C. HARRELL, 1965. — Observations on cotton boll rot at Florence, South Carolina. *Plt Dis. Rep.*, 49, 138-142.
21. MESSIAEN C.M., 1959. — La systématique du genre *Fusarium* selon Snyder et Hansen. *Rev. Path. veg. et Ent. agr. de France*, 33, 253-266.
22. MEYER J.R. et V.G. MEYER, 1961. — Origin and inheritance of nectariless cotton. *Crop Sci.*, 1, 167-169.
23. MILLER J.W., 1967. — Leaf spots of cotton (Abstr.) *Proc. 27th Cott. Dis. Counc.*, Dallas, Texas, 52.
24. MILLER P.R., 1943. — A summary of 4 years of cotton seedlings and boll rot disease surveys. *Plt Dis. Rep.*, suppl. 141, 54-58.
25. NEWTON, OLIVER H. et C.D. RANNEY, 1964. — The effect of bottom defoliation on the microclimate within cotton plants. (Abstr.) *Proc. 24th Cott. Dis. Counc.*, Memphis, Tenn., 89-90.
26. PEARSON E. et R.C. MAXWELL-DARLING, 1958. — The insect pests of cotton in tropical Africa. London, Commonwealth Inst. Ent.
27. PINCKARD J.A., 1964. — Cotton boll rots in Louisiana. *Proc. Beltwide Cott. Prod.-Mech. Conf.*, Memphis, Tenn., 9-11.
28. PINCKARD J.A., W.J. LUKE, J.L. IVY et J. DELGADO, 1967. — The *Pellicularia* disease of cotton. (Abstr.) *Proc. 27th Cott. Dis. Counc.*, Dallas, Texas.
29. PRESLEY J.T. et C.J. KING, 1943. — A description of the fungus causing cotton rust, and a preliminary survey of its hosts. *Phytopath.*, 33, 382-389.
30. RANNEY C.D., 1964. — Boll rot studies at the Delta Branch Experiment Station. *Proc. Belt. Cott. Prod.-Mech. Conf.*, Memphis, Tenn., 11-12.
31. RANNEY C.D., 1964. — Progress report on cotton boll rot control. *Miss. Farm Res.*, 27, 7, 1-6.
32. RANNEY C.D. et O.H. NEWTON, 1963. — Boll rot as affected by microclimate. *Proc. 15th Cott. Improv. Conf.*, Memphis, Tenn., 30-36.
33. RANNEY C.D. et R.O. THOMAS, 1961. — Progress report on bottom defoliation. *Miss. Farm Res.*, 24, 8, 1-8.
34. RAY W.W., 1946. — Cotton boll rot in Oklahoma. *Okla. Agr. Exp. Sta., Bull.* B 300.
35. RONCADORI R.W., 1967. — Fungi associated with the developing cotton boll. (Abstr.) *Proc. 27th Cott. Dis. Counc.*, Dallas, Texas, 51.
36. RUDOLPH B.A. et G.H. HARRISON, 1945. — The invasion of the internal structure of cotton seed by certain *Fusaria*. *Phytopath.*, 35, 542-548.
37. SCHMITZ G., 1962. — La bacteriose du cotonnier dans la zone septentrionale du Congo. *Bull. Inf. I.N.E.-A.C.*, 11, 13-32.
38. SNYDER W.C. et H.N. HANSEN, 1940. — The species concept in *Fusarium*. *Amer. J. Bot.*, 27, 64-67.
39. TYLER F.J., 1908. — The nectaries of cotton. *U.S.D.A. Bull.* 131, part 5.
40. WEINDLING R., 1943. — Occurrence of the anthracnose fungus *Glomerella gossypii* on cotton plant grown from infected seeds at four locations in 1941. *Plt Dis. Rep.*, suppl. 141, 59-65.
41. WEINDLING R. et P.R. MILLER, 1941. — Relation of *Bacterium malvacearum* to anthracnose boll rot of cotton. (Abstr.) *Phytopath.*, 31, 24.
42. WICKENS G.M., 1953. — Bacterial blight of cotton. *Emp. Cott. Gr. Rev.*, 30, 81-103.
43. WICKENS G.M., 1956. — Vascular infection of cotton by *Xanthomonas malvacearum* (E.J. Smith) Dowson. *Ann. appl. Biol.*, 44, 129-137.
44. WILES A.B., 1963. — Relation of seed borne fungi to boll rots of cotton. *Phytopath.*, 53, 984.

SUMMARY

After defining the potential of internal boll rot and isolating the various microorganisms which are present, the authors study the ways of penetration of these microorganisms into the boll and the possibility of controlling these rots by genetic breeding.

The penetration in the inside of the boll may be: parietal, through the solutions of continuity offered by intercarpellar sutures or resulting from the injuries caused by insects; nectarial, the fungi then following the nectaries canal to penetrate into the green boll; peduncular, the microorganisms reaching the green bolls either through the vascular system or by subcortical growth.

Especially *Alternaria tenuis*, then *Fusarium spp.* and *Aspergillus spp.* are the most important fungi which are found everywhere.

The internal infection rate of healthy and green bolls and the varietal characteristics on which breeding may be based are closely related: shape of the boll, the ogival or conic shape with no swelling or beak like process would be the best; their absence coincides with reduced internal boll rot; internal resistance.

RESUMEN

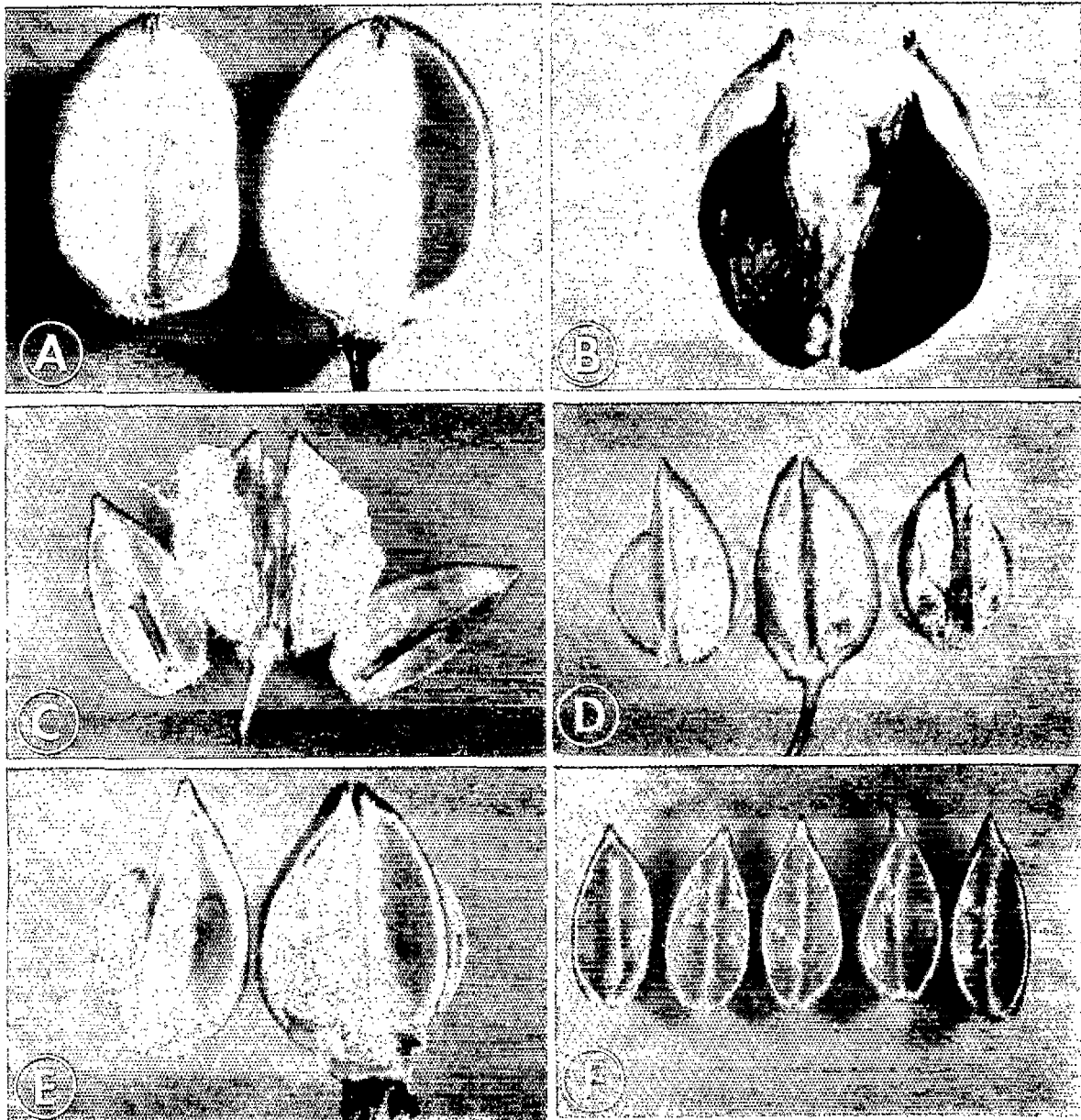
Después de haber definido el potencial de podredumbre interna de las cápsulas y de haber aislado los diferentes micro-organismos presentes, los autores estudian los medios de penetración en la cápsula por esos micro-organismos y la posibilidad de luchar contra esas podredumbres mediante una selección genética.

La penetración en el interior de la cápsula puede

ser: parietal, por las soluciones de continuidad en las suturas inter-capilares o como consecuencia de heridas causadas por los insectos; nectariana, los hongos recorren al canal de los nectarios para penetrar en la cápsula verde; peduncular, los micro-organismos llegan a las cápsulas verdes bien por el sistema vascular o bien por desarrollo sub-cortical.

Alternaria tenuis sobre todo, después Fusarium spp. y Aspergillus spp. son los hongos más importantes que se encuentran en todas partes.

Existe una relación estrecha entre el grado de infección interna de las cápsulas sanas y verdes y las características varietales sobre las que se puede basar la selección: forma de la cápsula, la forma ojival o cónica sin prominencia ni realces sería la mejor; nectarios, su ausencia coincide con una reducción de las podredumbres internas; resistencia interna.



(A). — Pénétration apicale d'un mycélium grâce à une fissure entre les extrémités des valves qui sont mal fermées.

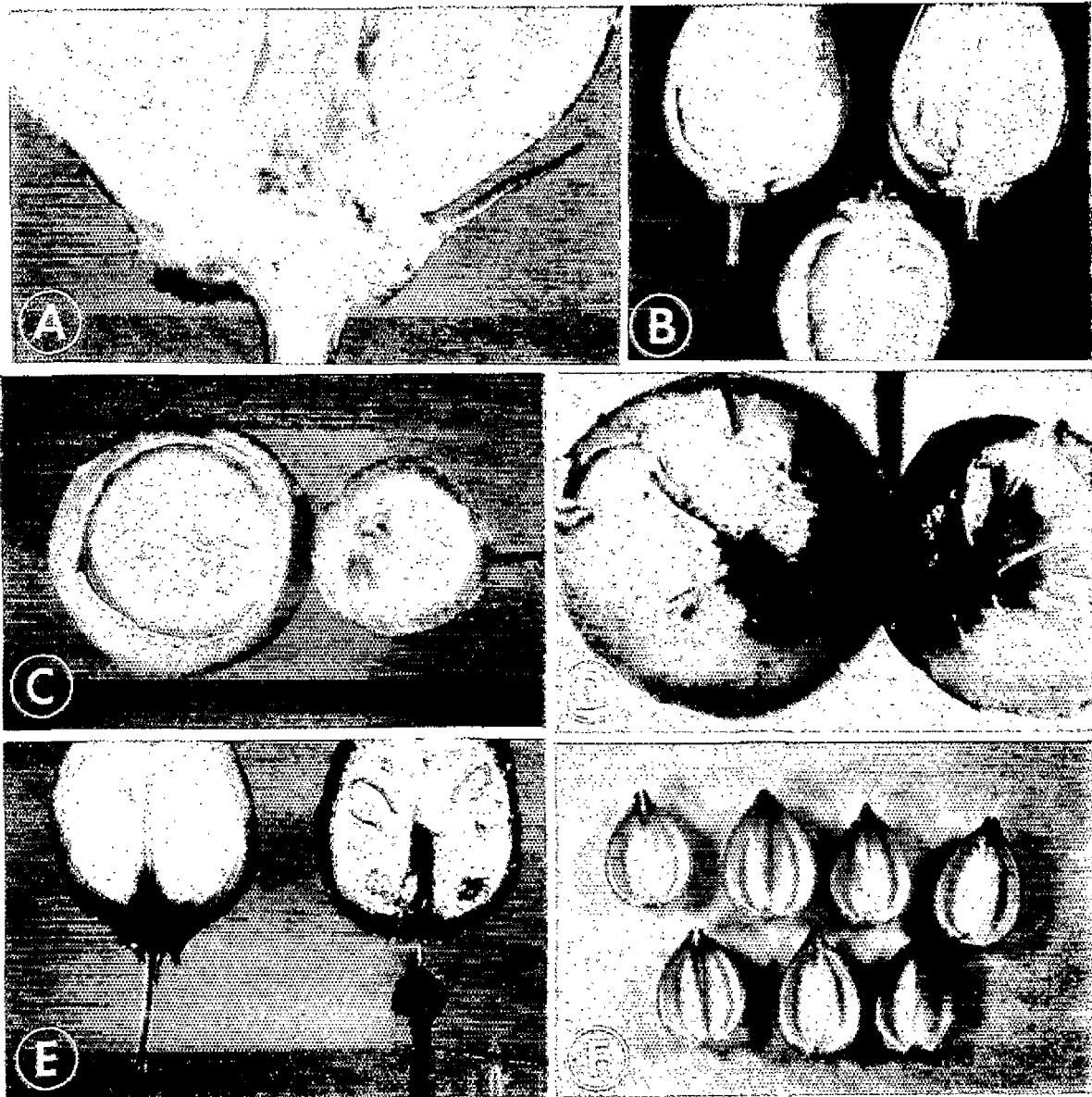
(B). — Suture mal fermée et début de pourriture de la loge.

(C). — Infection du placenta causée par la pénétration d'un champignon à travers le réceptacle.

(D). — Pourriture du placenta et graines avortées. Les organismes pénètrent dans la graine avortée par le funicule.

(E). — Dégât d'insecte avec un cal sur l'endocarpe de la valve et un départ de pourriture sur la loge.

(F). — Différents types de cal se produisant sur l'endocarpe. Aucun dégât n'est visible de l'extérieur des valves.



- (A). — Pénétration mycélienne de *Alternaria tenuis* à travers les nectaires extra-involucraux.
 (B). — Pénétration mycélienne de *Alternaria tenuis* à travers les nectaires intra-involucraux.
 (C). — Début de pourriture capsulaire à partir d'une infection des nectaires involucraux.
 (D). — Stade avancé de pourriture capsulaire à partir d'une infection des nectaires involucraux.
 (E). — Stade ultime de pourriture capsulaire à partir d'une infection des nectaires involucraux.
 (F). — Illustration de la technique de coloration montrant des capsules avec une mauvaise étanchéité de l'apex et des sutures.



Fig. 1

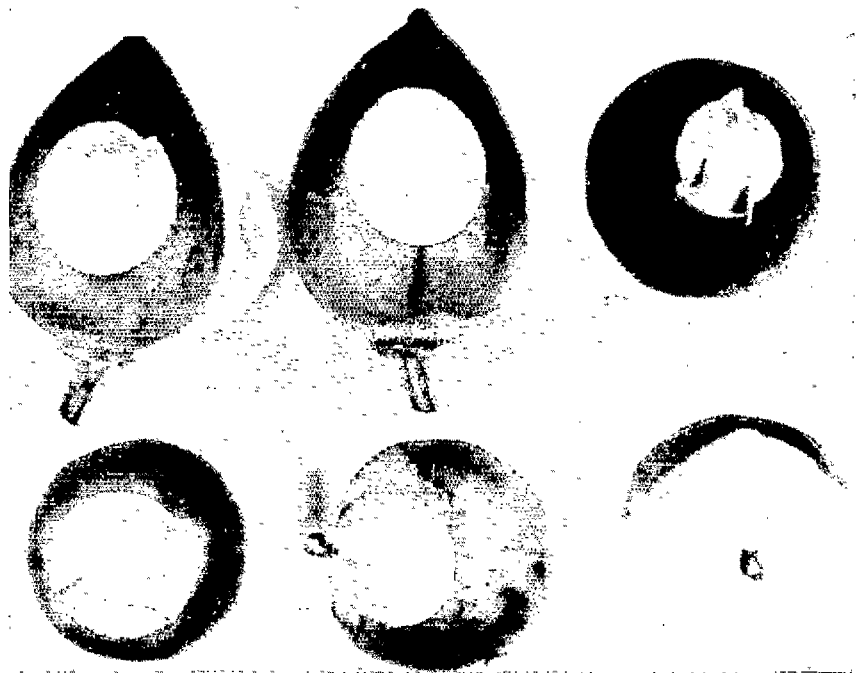


Fig. 3

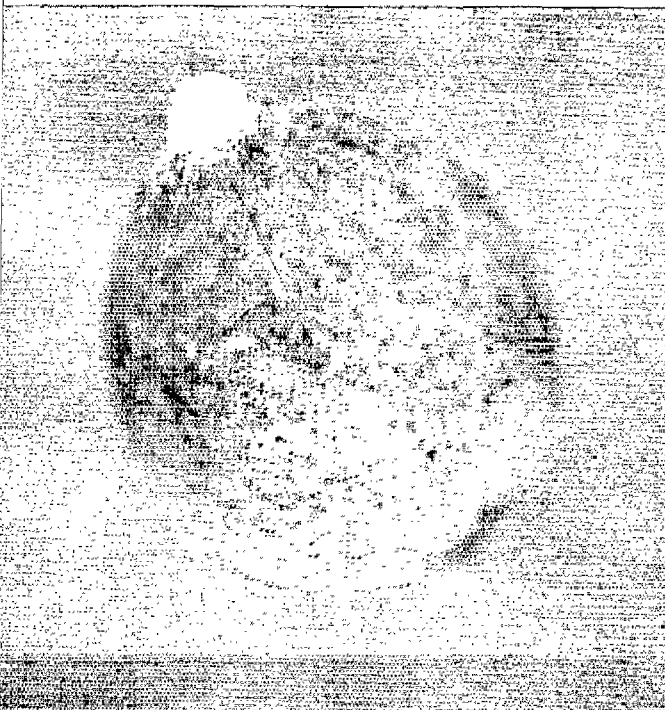


Fig. 2



Fig. 4

Fig. 1. — Les capsules désinfectées extérieurement sont placées aseptiquement dans des bocaux de fruit stérilisés et mises en incubation. Un morceau de grillage maintient la capsule dressée avec le pédoncule dans l'eau. Cette eau entretient une humidité relative saturée.

Fig. 2. — Très souvent la première manifestation extérieure de l'infection interne est fournie par une sortie de mycelium au sommet de la capsule.

Fig. 3. — Description des techniques d'inoculation : de petits morceaux de mycelium sont mis en place sur les différentes régions d'inoculation. A partir d'en haut à gauche : au centre de la loge, sur la suture, au sommet, sur le placenta et sur les nectaires. En bas à droite, une seconde technique d'inoculation par les nectaires est utilisée : l'inoculum est tenu en place grâce à du coton humide.

Fig. 4. — Photo montrant la corolle restée en place sur une capsule presque mûre. Du mycelium est visible sur la corolle desséchée. Ceci peut se rencontrer durant toute la campagne.

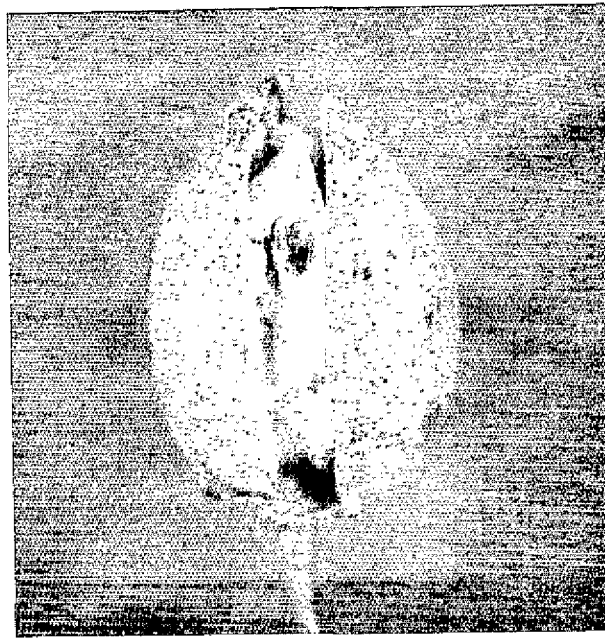


Fig. 5

MODES OF PENETRATION BY ORGANISMS
INTO THE GREEN BOLL

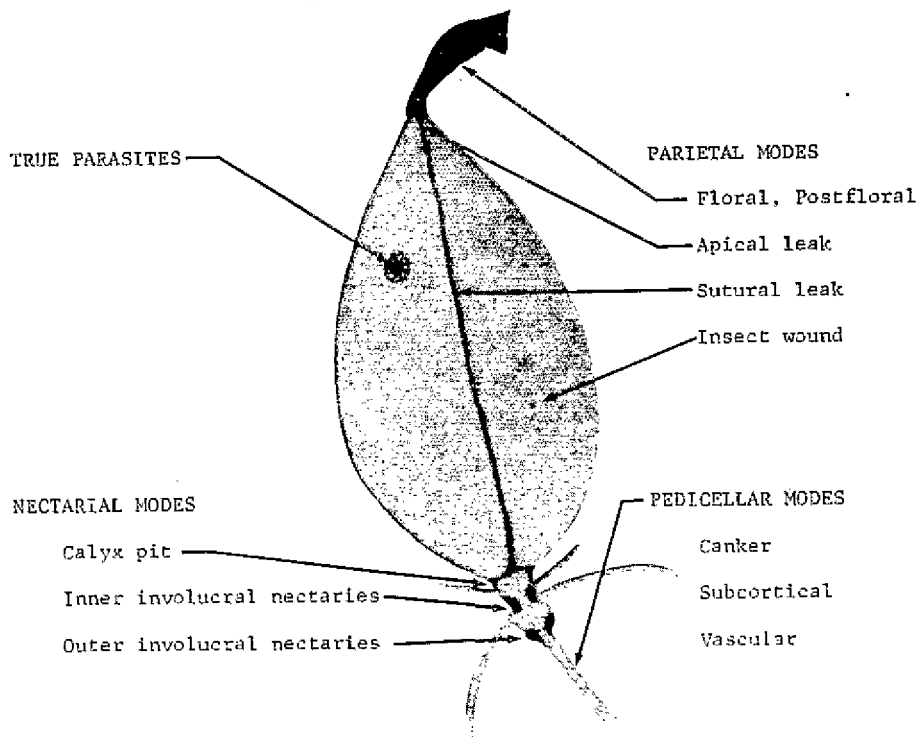


Fig. 6

Fig. 5. — Pourriture interne déterminée par une piqûre d'insecte sur le péricarpe. La capsule a été entrouverte pour montrer la pourriture interne se développant à partir d'une petite blessure à travers la valve capsulaire.

Fig. 6. — Schéma résumant les différents moyens de pénétration des microorganismes dans une capsule verte saine.

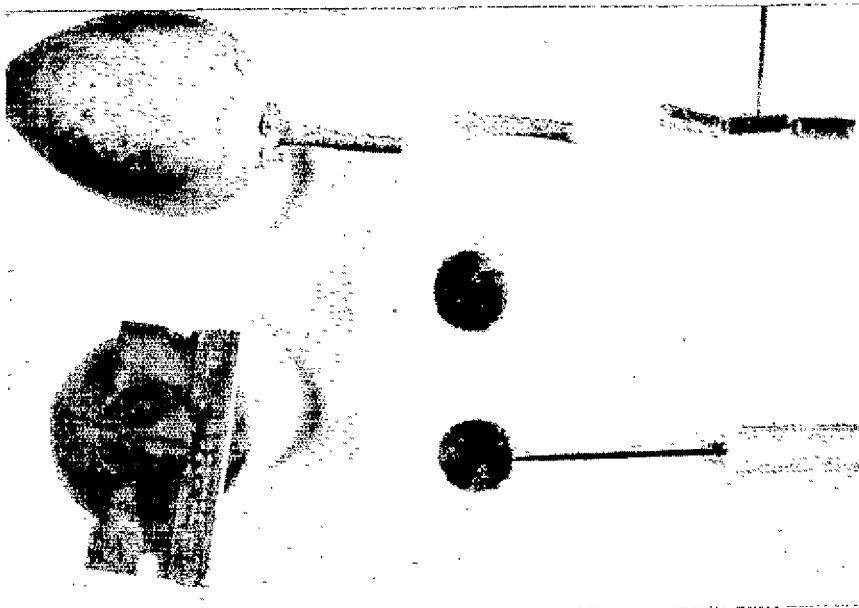


Fig. 7. — Techniques employées pour isoler les organismes responsables de l'infection interne du pédicelle et de l'apex des capsules vertes.

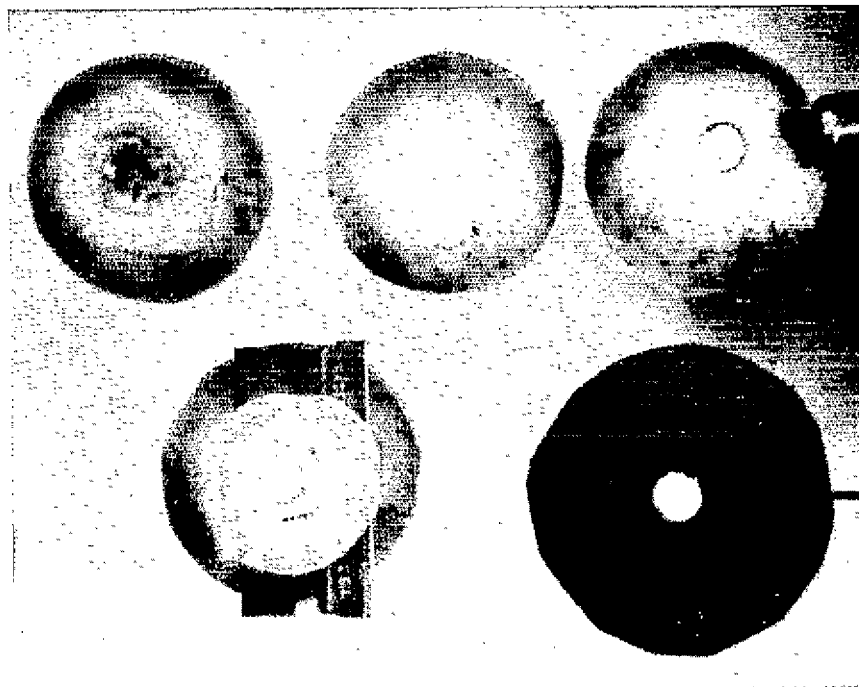


Fig. 8. — Techniques employées pour isoler les organismes responsables de l'infection interne de la base du placenta des capsules vertes.

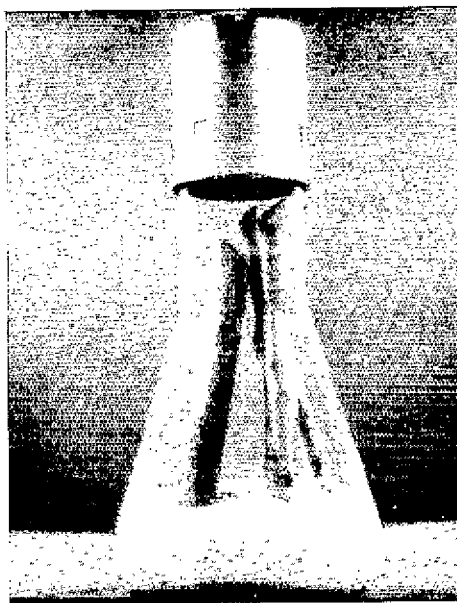
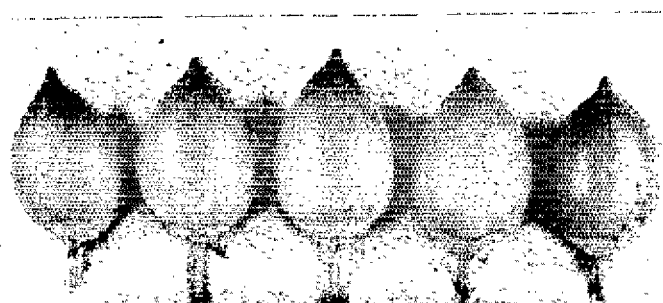
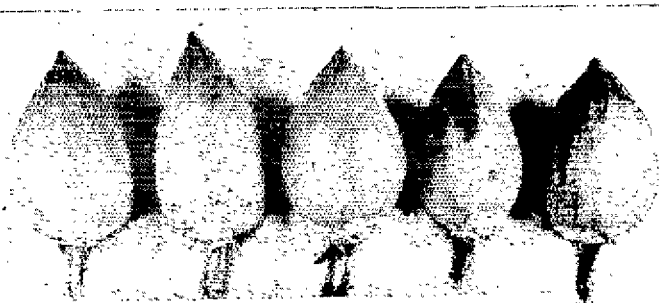


Fig. 9. — Des tronçons de tiges désinfectées extérieurement sont mis aseptiquement dans des Erlenmeyers et laissés en incubation. Du sable humide permet d'avoir une humidité relative voisine de 100 %.



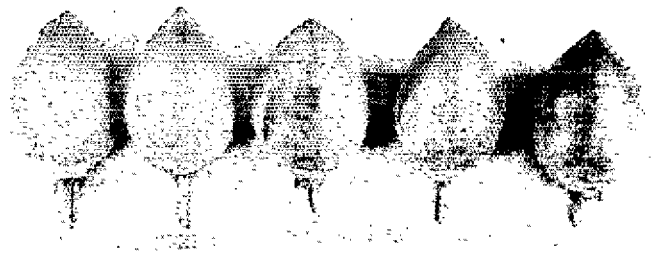
DELTAPINE 15A



ACALA 1517 D



REX SMOOTH LEAF



STONEVILLE 7A

Fig. 10. — Relation entre la forme des capsules et leur étanchéité. Les capsules possédant un bec apical comme Deltapine 15 A sont moins étanches que celles qui ont un sommet allongé et conique comme Acala 1517 D. Les capsules du type Rex Smooth Leaf montrent le taux le plus important de sutures mal fermées. Il ressort de ces études que la forme de capsule type de Stoneville 7A est la meilleure quant à l'imperméabilité.